

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-222355

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl.
G 0 2 F 1/1335
H 0 4 N 5/74

識別記号
7408-2K
B 9068-5C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21)出願番号

特願平5-9739

(22)出願日

平成5年(1993)1月25日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 伏見 吉正

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 喬武 義人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小銀治 明 (外2名)

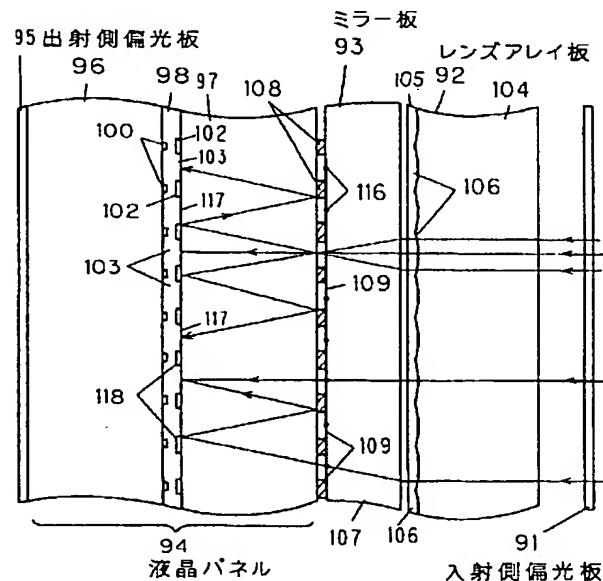
(54)【発明の名称】 ライトバルブ装置および該装置を用いた表示装置

(57)【要約】

【目的】 明るく高画質の投写画像を表示できる投写型表示装置を提供する。

【構成】 入射光側から順に、レンズアレイ板92、ミラー板93、液晶パネル94を配置し、ミラー板93の反射膜108の各開口部はレンズアレイ105の正レンズ素子106の焦点近傍にある。

【効果】 レンズアレイ105によりミラー板93の各開口部109に光源に対応する複数の微小光源像が形成される。各微小光源像からの出射光が液晶パネル94の遮光膜102に入射して、開口部117より画素103に入射する。非開口部に入射する光線は遮光膜102で反射され反射膜108に入射し、反射膜108の非開口部に入射した光線は再度反射され遮光膜102に入射する。この反射膜108と遮光膜102の間の多重反射により、実効開口率を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】マトリックス配列をした複数の画素と個々の画素の開口を制限する遮光手段とを備えるライトバルブと、複数の正レンズ素子をマトリックス配列したレンズアレイと、複数の開口が前記レンズアレイの正レンズ素子配列と相似にマトリックス配列されその非開口部は前記ライトバルブから出射する光を反射する第1の反射手段と、複数の開口が前記ライトバルブの画素配列と相似にマトリックス配列されその非開口部は前記レンズアレイから出射する光を反射する第2の反射手段とを備え、前記第2の反射手段は前記ライトバルブの遮光手段の入射側表面に配置され、前記第1の反射手段は前記第2の反射手段の入射側に配置され、前記レンズアレイの各正レンズ素子の焦点近傍に前記第1の反射手段の各開口部が配置されたライトバルブ装置。

【請求項2】第1の反射手段はライトバルブの入射側に配置された第1の透明基板の出射側面またはその表面近傍に形成され、レンズアレイは前記第1の透明基板の入射側に配置された第2の透明基板の出射側面またはその表面近傍に形成されている請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項3】第1の反射手段はライトバルブの入射側に配置された透明基板の出射側面またはその表面近傍に形成され、レンズアレイは前記透明基板の入射側面またはその表面近傍に形成されている請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項4】第1の反射手段はライトバルブの入射側面またはその表面近傍に形成され、レンズアレイは前記ライトバルブの入射側に配置された透明基板の表面またはその表面近傍に形成されている請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項5】レンズアレイの各正レンズ素子の光軸が第1の反射手段の各開口部の光軸と略一致する請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項6】レンズアレイは複数の正レンズ素子をデルタ配列したものである請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項7】レンズアレイは複数の正レンズ素子をデルタ配列したものであり、前記正レンズ素子はその外形が正六角形である請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項8】レンズアレイは複数の正レンズ素子をデルタ配列したものであり、隣接する3個の正レンズ素子の中心を結んで作られる三角形が正三角形である請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項9】第1の反射手段はアルミニウムにより形成された請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項10】第2の反射手段はアルミニウムにより形成された請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項11】ライトバルブの遮光手段と第2の反射手段は一体であり、前記遮光手段はアルミニウムにより形

成された請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項12】第1の反射手段と第2の反射手段は互いに略平行である請求項1記載のライトバルブ装置。

【請求項13】光源と、前記光源の出射光が入射し映像信号に応じて光学像が形成されるライトバルブ装置と、その光学像をスクリーン上に投写する投写レンズとを備え、前記ライトバルブ装置として請求項1から請求項12のいずれかに記載のライトバルブ装置を用いたことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項14】光源と、前記光源の出射光が入射し映像信号に応じて光学像を形成するライトバルブと、その光学像を拡大する拡大レンズとを備え、前記ライトバルブ装置として請求項1から請求項12のいずれかに記載のライトバルブ装置を用いたことを特徴とするビューファインダ装置。

【請求項15】光源は発光手段と、前記発光手段の出射光を指向性の狭い光に変換する集光レンズとを備えたものである請求項14記載のビューファインダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ライトバルブ装置およびそのライトバルブ装置を用いた投写型表示装置およびビューファインダ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】大画面映像を得るために、ライトバルブに映像信号に応じた光学像を形成し、その光学像に光を照射し投写レンズによりスクリーン上に拡大投写する方法が従来よりよく知られている。最近では、ライトバルブとして液晶パネルを用いる投写型表示装置が提案され（例えば、特開昭62-133424号公報、特開平2-250015号公報など）、セット全体がコンパクトになるという点で注目されている。

【0003】液晶パネルは、高画質の投写画像を得るために、液晶材料としてツイストネマティック（TN）液晶を用い、各画素にスイッチング素子としてTFTを設けたアクティブマトリックス型を用い、赤用、緑用、青用として3枚の液晶パネルを用いるのが主流となりつつある。

【0004】液晶パネルを用いた投写型表示装置の光学系の従来の構成例を（図15）に示す。光源11から出した光は、ダイクロイックミラー12、13と平面ミラー14で構成される色分解光学系に入射し、赤、緑、青の3原色の光に分解される。各原色光は、それぞれフィルドレンズ15、16、17を透過した後に、それぞれ入射側偏光板18、19、20を透過し、液晶パネル21、22、23に入射する。映像信号に応じて液晶パネル21、22、23に旋光性の変化として形成された光学像は、入射側偏光板18、19、20と出射側偏光板24、25、26の作用により透過率の変化した光学像となる。液晶パネル21、22、23からの出射光は、

3
ダイクロイックミラー27, 28と平面ミラー29で構成される色合成光学系により1つの光に合成される。合成された光は投写レンズ30に入射し、3つの液晶パネル21, 22, 23上の光学像は、投写レンズ30によりスクリーン上に拡大投写される。

【0005】TFT液晶パネルの構成を(図16)に示す。2枚のガラス基板41, 42と周辺部のシール樹脂により密閉空間を形成し、内部にTN液晶43を封入している。入射側ガラス基板41の液晶層43側には透明導電性膜による共通電極44が設けられ、出射側ガラス基板42の液晶層43側には透明導電性膜による画素電極45がマトリックス状に形成され、各画素電極45の近傍にはスイッチング素子としてTFT46が形成されている。共通電極44と画素電極45の上には、TN液晶を所定の状態に配向するために配向膜が形成されている。液晶パネルの入射側と出射側には吸収軸を所定の方向に向けて偏光板47, 48が配置される。液晶パネルには強烈光が入射するが、この強烈光によるTFT46の誤動作を防ぐために、入射側ガラス基板41の液晶層43側にTFT46と配線を遮光する金属薄膜による遮光膜49が形成されている。TFT46を介して各画素に信号電圧を印加すると、各画素の液晶層の旋光性が変化し、2枚の偏光板47, 48の作用により各画素の透過率を制御することができる。こうして、液晶パネルに透過率の変化として画像が表示される。

【0006】ところで、(図16)に示した構成でTFT液晶パネルが利用する光は、遮光膜49を透過する光だけであり、投写画像の明るさは液晶パネルの開口率(表示領域の全面積に対する遮光膜49の開口部50すべての面積の比)に比例する。遮光膜49の非開口部51に入射する光も利用できれば、投写画像を明るくすることができ、エネルギー利用効率も向上する。そこで、液晶パネルの入射側にレンズアレイ板を近接配置することにより投写画像を明るくする方法が提案されている(例えば特開平1-189685号公報、特開平2-262185号公報など)。

【0007】液晶パネルにレンズアレイ板を組み合わせたライトバルブ装置の構成例を(図17)に示す。レンズアレイ板61は、透明基板の液晶パネル63側の面に複数の正レンズ素子64をマトリックス状に形成したものである。レンズアレイ板61は、正レンズ素子64と液晶パネル63の画素50が対応するように、近接して配置される。レンズアレイ板61に入射する光は、正レンズ素子64により集束光に変換され、画素50に入射する。遮光膜49の非開口部51に入射する光は反射され、これにより開口部50に入射するので、液晶パネル63の実効開口率が向上し、投写画像が明るくなる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】(図17)に示した構成で、高精細の投写画像を得るには、液晶パネルの画素

数を増大させるとよい。液晶パネルの表示画面寸法が同じであれば、画素ピッチを小さくすることになる。この場合、次のような問題が発生する。

【0009】レンズアレイを用いる場合、液晶パネル63の画素50上に光源の縮小された実像が形成される。この実像の寸法が画素50の寸法より大きい場合には、平行光を入射した場合の実効開口率は向上するものの、投写画像は明るくならない。光源の実像の寸法を小さくするには、レンズアレイ板61の正レンズ素子64の焦点距離を短くする必要があり、それには入射側ガラス基板41を薄くする必要がある。しかし、入射側ガラス基板41を薄くすると、液晶層43の厚さを均一にすることが困難となる。そのため、入射側ガラス基板41の内部にレンズ素子を配置する方法が提案されている(特開平2-302726号公報)。ところが、イオン交換法により屈折率分布型のレンズアレイを作成する場合、ガラス基板としてアルカリイオンを含むガラスを用いる必要があるが、アルカリイオンの溶出によりTFTの特性が劣化するという問題がある。また、レンズアレイを2枚のガラス基板の間に形成する場合、屈折率の異なる材料を組み合わせる必要があるが、熱膨張率が異なるために、広い温度範囲で液晶層の厚さを均一にすることが困難である。いずれにしても、入射側ガラス基板の内部に正レンズ素子を形成する方法では、液晶パネルに高画質の画像を表示することが困難である。結局、高精細で明るい投写画像を得ることは困難という問題があった。

【0010】次に、ビデオカメラは、可搬性を良好にするため全体を小型軽量にする必要があり、全体を小型にするためにビューファインダに液晶パネルを用いることが考えられている。ビューファインダを小型軽量にし、液晶パネルに高画質の画像を表示するには、液晶パネルの表示画面を小さくし、画素数を多くする必要がある。つまり、液晶パネルの画素ピッチを小さくする必要がある。そうすると、液晶パネルの開口率が小さくなるので、表示画像は暗い。表示画像を明るくするには、明るい光源を用いるとよいが、光源の消費電力が大きくなり、1回の電池充電における連続使用時間が短くなるという問題を発生する。

【0011】本発明は、液晶パネルの画素ピッチが小さい場合でも、ガラス基板を薄くすることなく、明るい投写画像を表示する投写型表示装置および低消費電力で表示画像の明るいビューファインダを提供することを目的とする。また、このためのライトバルブ装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために本発明のライトバルブ装置は、マトリックス配列の複数の画素と個々の画素の開口を制限する遮光手段とを備えるライトバルブと、複数の正レンズ素子をマトリックス配列したレンズアレイと、複数の開口が前記レン

ズアレイの正レンズ素子配列と相似にマトリックス配列されその非開口部は前記ライトバルブから出射する光を反射する第1の反射手段と、複数の開口が前記ライトバルブの画素配列と相似にマトリックス配列されその非開口部は前記レンズアレイから出射する光を反射する第2の反射手段とを備え、前記第2の反射手段は前記ライトバルブの遮光手段の入射側表面に配置され、前記第1の反射手段は前記第2の反射手段の入射側に配置され、前記レンズアレイの各正レンズ素子の焦点近傍に前記第1の反射手段の各開口部が配置されたものである。

【0013】レンズアレイの各正レンズ素子の光軸は第1の反射手段の各開口部の光軸と略一致するのが望ましい。

【0014】レンズアレイは複数の正レンズ素子をデルタ配列するのが望ましい。また、前記正レンズ素子は、その外形が正六角形であり、隣接する3個の前記正レンズ素子の中心を結んで作られる三角形が正三角形であるのが望ましい。第1の反射手段と第2の反射手段は互いに略平行であるのが望ましい。

【0015】本発明の投写型表示装置は、光源と、前記光源の出射光が入射し映像信号に応じて光学像が形成されるライトバルブ装置と、その光学像をスクリーン上に投写する投写レンズとを備え、前記ライトバルブ装置として上記のライトバルブ装置を用いたものである。

【0016】本発明のビューファインダ装置は、光源と、前記光源の出射光が入射し映像信号に応じて光学像を形成するライトバルブと、その光学像を拡大する拡大レンズとを備え、前記ライトバルブ装置として上記のライトバルブ装置を用いたものである。

【0017】

【作用】本発明のライトバルブ装置のモデルを(図1)に示す。入射側から順にレンズアレイ71、第1の反射手段72、第2の反射手段73、ライトバルブの遮光手段74が配置されている。このモデルでは、レンズアレイ71、第1の反射手段72、第2の反射手段73、および遮光手段74はいずれも非常に薄く、レンズアレイ71、第1の反射手段72、第2の反射手段73の間は空気であり、第2の反射手段73はライトバルブの遮光手段74の入射側面に密着して配置されている。第2の反射手段73はライトバルブの遮光手段74の画素開口75と同じ大きさの開口76が正方配列されている。ライトバルブの遮光手段74の画素開口75および第2の反射手段73の開口76は同一であり、正方配列である。第1の反射手段72は正方形の開口77を正方配列したものである。第1の反射手段72と第2の反射手段73の反射率は100%であり、開口部以外に非反射領域はない。レンズアレイ71は正方形の正レンズ素子78を正方配列したもので非レンズ領域はない。正レンズ素子78はすべて薄肉レンズとし、無収差の理想的なレンズである。レンズアレイ71のピッチと第1の反射手

段72の開口ピッチと第2の反射手段73の開口ピッチは、いずれもライトバルブの遮光手段74の開口ピッチと全く同一であり、レンズアレイ71の正レンズ素子78の光軸79は第1の反射手段72、第2の反射手段73それぞれの開口の中心80、81を通る。

【0018】(図1)に対応する光路図を(図2)に示す。光源からの入射光83がレンズアレイ71に入射すると、レンズアレイ71の各正レンズ素子78は、それぞれの焦点80上に光源に対応する微小な実像85を形成する。つまり、レンズアレイ71の出射側に、微小光源群86が形成される。すなわち、第1の反射手段72の各開口部77に、微小光源85が形成される。この微小光源85から出射した光線は第1の反射手段72に設けられた開口部77より第2の反射手段73に向けて入射する。このとき、第2の反射手段73の各開口部76に入射した光線はライトバルブの画素開口75に入射する。一方、第2の反射手段73の非開口部87に入射した光線は反射されて、第1の反射手段72に入射する。このとき、第1の反射手段72の各開口部77に入射した光線は開口部77より光源側へと出射されるが、非開口部88に入射した光線は第1の反射手段72により反射され再び第2の反射手段73に入射する。このように、微小光源85から出射する光線は第1の反射手段72と第2の反射手段73の間で多重反射する。その結果、本発明のライトバルブ装置の実効開口率は従来のライトバルブ装置に比べて高くなる。

【0019】ここで、第1の反射手段72および第2の反射手段73の開口率をそれぞれ a_L 、 a_B 、反射率をそれぞれ R_L 、 R_B とする。微小光源85から出射する光線のうち、第2の反射手段73で反射されることなくライトバルブの各画素75に入射する光線の割合は a_B であり、残りの $(1 - a_B)$ の光線は第2の反射手段73により反射率 R_B で反射され、第1の反射手段72に入射する。従って、第2の反射手段73で反射され、第1の反射手段72に入射する光線は、 $(1 - a_B) R_B$ となる。第2の反射手段73により反射された後、第1の反射手段72に入射する光線のうち、各開口部77に入射し光源側へ出射する光線の割合は a_L であり、入射する光線のうち $(1 - a_L)$ だけが第1の反射手段72により反射率 R_L で反射される。従って第1の反射手段72に入射する光線中 $(1 - a_L) R_L$ の光線が、再び第2の反射手段73に入射し、このうち a_B の光線が第2の反射手段73の開口部76から画素開口75に入射する。この繰り返しにより、レンズアレイ71によって集光された光線は第1の反射手段72の開口部77から入射側に、もしくは、第2の反射手段73の開口76より画素開口75へと出射する。Qを、

【0020】

【数1】

$$7 \quad Q = (1 - a_s) (1 - a_l) R_l R_s \quad 8$$

【0021】とすると、このライトバルブの実効開口率 η は、

$$\eta = a_s + Q a_s + Q^2 a_s + Q^3 a_s + Q^4 a_s + Q^5 a_s + \dots$$

【0023】と表され、これは、

【0024】

【数3】

$$\eta = a_s / (1 - Q)$$

【0025】と変形できる。ここで、開口率 a_s 、 a_l 、反射率 R_l 、 R_s はいずれも0以上1以下であるので、Qは0以上1以下の数となる。

【0026】従って、本発明のようにレンズアレイ71、第1の反射手段72、第2の反射手段73を用いると実効開口率が向上する。実効開口率 η を大きくするにはQを大きくすればよく、このためには R_l 、 R_s を大きく、 a_l 、 a_s を小さくすればよい。 a_s はライトバルブによって決定される。 a_l を小さくするには第1の反射手段72の開口部77の面積を小さくすれば良い。しかし、開口部77が微小光源像85より小さい場合には開口部77を通過する光量が低下する。従って、第1の反射手段72の各開口部77は微小光源像85と同一とするのが望ましい。

【0027】本発明によれば、ライトバルブの入射側面からライトバルブ層までの距離を短くすることができない場合でも、(図1)に示したモデルのようにレンズアレイと、二つの反射手段を用いることにより、実効開口率の高いライトバルブ装置を実現することができる。このライトバルブ装置を投写型表示装置に用いれば、明るい投写画像を得ることができる。また、このライトバルブ装置をビューファインダ装置に用いれば、明るい表示画像を得ることができる。

【0028】レンズアレイの各正レンズ素子から出射する光線が収差無く結像して第1の反射手段の各開口部に微小光源像を形成するにはレンズアレイの各正レンズ素子が回転対称形すなわち円形であることが望ましい。またレンズアレイの各正レンズ素子の有効領域が大きいほど実効開口率は向上する。

【0029】ここで、レンズアレイの各正レンズ素子を円形とし、各正レンズ素子の配列が正方配列である場合を(図3(a))、デルタ配列である場合を(図3(b))に示す。いずれも非レンズ領域は同じ面積であるが、デルタ配列の場合には(図3(c))に示すように上下方向にレンズ素子を大きくすることで容易に非レンズ領域を小さくすることができ、レンズ素子の有効領域を大きくすることができるので、明るい表示画像が得られる。

【0030】デルタ配列の場合には円形のレンズ素子を最も効率よく配置するには隣接する各正レンズ素子の中

*【0022】

*【数2】

心間隔が全て等しいことが望ましい。従って(図3(d))に示すように、隣接する3個の正レンズ素子の中心を結んで作られる三角形は正三角形とするのがよい。レンズアレイの各正レンズ素子が円形でない場合でも、この位置関係を満たすことによりレンズアレイの各正レンズ素子を効率よく配置できる。

【0031】さらに、デルタ配列で各正レンズ素子の有効領域を最も大きくするには、個々の正レンズ素子を正六角形にするのがよい。(図3(e))に示すように非レンズ領域が無いように正レンズ素子を配列することができるので、レンズ素子が円形である場合より、レンズアレイでの光利用率が向上し、明るい投写画像が得られる。

【0032】第1の反射手段72と第2の反射手段73が互いに平行でない場合、レンズアレイ71の各正レンズ素子78から出射した光線は、反射面で多重反射される際、反射された光線が各反射面となす角度は一定ではないので、ライトバルブの各画素75に入射する光量および光線の入射角度にむらが生じる。このため、第1の反射手段72と第2の反射手段73は互いに平行であるのが望ましい。

【0033】以上の説明では、ライトバルブの画素が正方配列であり、レンズアレイの各正レンズ素子の光軸が第1の反射手段の各開口部中心および第2の反射手段の各開口部中心を通過する場合について説明したが、ライトバルブの画素がデルタ配列の場合や光軸の関係が上記と異なる場合でも、レンズアレイの各正レンズによる微小光源像が第1の反射手段の開口部に形成されれば本発明の意図する効果が得られる。

【0034】

【実施例】以下に、本発明の実施例について添付図面を参照しながら説明する。

【0035】本発明のライトバルブ装置の第1の実施例の構成を(図4)に示す。91は入射側偏光板、92はレンズアレイ板、93はミラー板、102は遮光膜、94は液晶パネル、95は出射側偏光板である。

【0036】ライトバルブ装置は、入射側から順に、入射側偏光板91、レンズアレイ板92、ミラー板93、液晶パネル94、出射側偏光板95で構成されている。

【0037】液晶パネル94は、2枚のガラス基板96、97の間にTN液晶98を封入したものである。出射側ガラス基板96の液晶層98側には、透明導電性膜による画素電極がマトリックス状に形成され、各画素電極の近傍にはスイッチング素子としてTFT100が設けられている。隣接する画素電極の間には信号線と走査

線が形成され、各TFT100は、ソース電極が信号線に接続され、ゲート電極が走査線に接続され、ドレイン電極が画素電極に接続されている。入射側ガラス基板97の液晶層98側には、透明導電性膜による共通電極が形成され、その上に、TFT100、信号線、走査線を覆うように金属薄膜による遮光膜102が形成されている。遮光膜102の開口部が画素103となる。画素電極と共に共通電極の上には配向膜が塗布され、液晶分子を所定の状態に配向させるためにラビングされる。信号供給回路と走査回路により各画素103の液晶層に電界を加えると、電界に応じて液晶層の旋光性が変化するので、液晶パネル94に映像信号に応じた旋光性の変化として光学像を形成できる。この光学像は、入射側偏光板91と出射側偏光板95の作用により透過率の変化による光学像となる。

【0038】液晶パネル95の画素数は水平480×垂直460、画素ピッチは水平94μm×垂直73μmである。画素103は、(図5)に示すように正方配列であり、画素の寸法は水平53μm×垂直32μmで開口率は25%である。2枚のガラス基板96、97は、いずれも厚さが1.1mm、屈折率が1.52である。液晶パネル95の入射側ガラス基板97は両面を研磨し平行にしたものである。

【0039】遮光膜102はアルミニウム薄膜で形成されており、各画素103に対応する部分に開口部117を設けたものである。その入射側表面の非開口部118は光を反射し、反射率は90%である。

【0040】レンズアレイ板92は、ガラス基板104の出射側面に、複数の屈折率分布型正レンズ素子106をマトリックス状に形成したものである。正レンズ素子106は、(図5)に示すように、正方配列としている。正レンズ素子106は、有効領域が長方形で、配列ピッチは液晶パネル94の画素ピッチと同じ水平94μm×垂直73μmであり、隣接する正レンズ素子の間に幅が約5μmの非レンズ部107が設けられている。レンズアレイ板92は、ガラス基板104の厚さが1.1mm、屈折率が1.52、各正レンズ素子106の焦点距離が270μmである。

【0041】レンズアレイ105は、ガラス基板104の出射側面の近傍に屈折率分布型の正レンズ素子106を複数形成したものである。これは表面を研磨したアルカリイオンを含むガラス基板104の出射側表面に金属薄膜を蒸着した後、金属薄膜にエッチングにより開口部を形成し、このガラス基板を高屈折率の金属イオンの溶液中で加熱してイオン交換を行うことにより作成する。金属薄膜は最後に除去する。レンズアレイ105を形成した面は平面である。

【0042】ミラー板93はガラス基板107の出射側面にアルミニウムの薄膜を蒸着した後にエッチングにより複数の開口部を形成したものである。反射膜108の

開口部109は円形で、配列ピッチは液晶パネル94の画素ピッチと同じ水平94μm×垂直73μmである。開口部109は、(図5)に示すように正方配列であり、開口の寸法は直径60μmである。ミラー板93はガラス基板の厚さが0.4mm、屈折率が1.52である。

【0043】レンズアレイ105、ミラー板93、液晶パネル94は、レンズアレイ105の各正レンズ素子106の光軸110がミラー板93の各開口部109の中心111を通り、さらに液晶パネル94の各画素103の中心112を通るように配置してある。液晶パネル94の入射側ガラス基板97とミラー板107は透明接着剤により密着して固定されている。これにより遮光膜102と反射膜108は平行に配置されている。ミラー板107とレンズアレイ板92は密着して透明接着剤で固定されている。入射側偏光板91はレンズアレイ板92から分離されており、出射側偏光板95は液晶パネル94の出射側に貼付されている。

【0044】屈折率分布型レンズを形成したレンズアレイ105は、表面を平面にできる。ミラー板93とレンズアレイ板92とを透明接着剤により結合すれば、屈折率差を有する境界面における反射損失が大幅に低減するという利点がある。また、レンズアレイ板およびミラー板を一体化すれば、一方が薄い場合でも機械的強度が向上するという利点がある。

【0045】以下、本発明の投写型表示装置の第1の実施例について説明する。(図6)はその構成を示したものであり、121は光源、125はフィールドレンズ、126はライトバルブ装置、127は投写レンズ、128はスクリーンである。

【0046】ライトバルブ装置126は、(図4)、(図5)に示したものと同一であり、入射側から順に入射側偏光板91、レンズアレイ板92、ミラー板93、液晶パネル94、出射側偏光板95で構成されている。

【0047】光源121は、ランプ122、凹面鏡123、フィルタ124で構成されている。ランプ122はハロゲンランプであり、ランプ122から放射される光は凹面鏡123により反射されて平行に近い光となって出射する。フィルタ124は、ガラス基板上に可視光を透過し赤外光を反射する多層膜を蒸着したものであり、凹面鏡123からの出射光から赤外光を除去する。

【0048】光源121からの出射光は、フィールドレンズ125を透過して、ライトバルブ装置126に入射し、その出射光は投写レンズ127に入射する。こうして、液晶パネル94に形成された画像は投写レンズ127によりスクリーン128上に拡大投写される。フィールドレンズ125は、光源121から液晶パネル94の周辺部の画素に入射する主光線を投写レンズの入射瞳に入射させるために用いる。投写レンズ127は、液晶パネル94の出射側に配置される補助レンズ129と主投

写レンズ130とで構成され、口径比はF3.0である。補助レンズ129は、液晶パネル94のすべての画素を通過する主光線を液晶層98と垂直にするためのものである。こうして、レンズアレイ板92の正レンズ素子106の光軸110に沿って進む光線は、ミラー板93の対応する開口部109を通過し、第2反射面である遮光膜102に入射する。遮光膜102に入射する光線は遮光膜102の開口部103を通過する光線と非開口部118で反射される光線に分けられ、非開口部118で反射された光線は再びミラー板93へ入射し、反射膜108の非開口部で再度反射され、遮光膜102へと入射する。また、レンズアレイ105の各正レンズ素子106により形成された微小光線の端部を通る光線も同様に遮光膜102に入射し、開口部103に入射できない光線は反射されてミラー板93へと入射し、ミラー板93の反射膜108で再び反射されて、遮光膜102に入射する。これにより、光利用効率が向上し、明るい投写画像が得られる。

【0049】(図4)、(図5)に示した構成の作用について説明する。(図4)に示すように、光源121からの出射光115はレンズアレイ板92に入射する。レンズアレイ板92の各正レンズ素子106の焦点116には、四面鏡123の開口部に対応する微小な実像が形成される。

【0050】レンズアレイ105の各正レンズ素子106の焦点116は反射膜108の開口部109上に位置するので、微小な光源像が開口部109に形成される。この光源像から出射する光線のうち液晶パネル94の遮光膜102の開口部117を通過した光線は画素103へと入射する。遮光膜102の非開口部118に入射した光線は反射膜108の非開口部により反射され、再び液晶パネル94の遮光膜102に入射する。このように微小な光源像からの光線はミラー板93の反射膜108と液晶パネル94の遮光膜102との間で多重反射し、液晶パネル94の各画素103へと入射する。

【0051】液晶パネル94からの出射光はすべて投写レンズ127に入射するようにしている。ライトバルブ装置126には映像信号に応じて透過率の変化として光学像が形成される。この光学像は投写レンズ127により拡大投写され、スクリーン上に拡大された白黒の投写画像が表示される。投写画像の画面中心における輝度は、液晶パネルの実際の開口率に対するレンズアレイ板92とミラー板93により向上した実効開口率の比だけ明るくなる。

【0052】レンズアレイ板92、ミラー板93を組み合わせて実験すると、レンズアレイ板を用いない場合に比べて、投写画像の画面中心付近の明るさを約1.2倍にすことができ、本発明の有効性を確認することができた。なお、液晶パネル94の開口率は25%であり、(数3)より導かれる実効開口率は46%である。

【0053】(図13)に示した従来の構成では、投写画像を明るくするには液晶パネルの入射側ガラス基板を薄くする必要があったが、(図4)に示した本発明の構成では、液晶パネル94の入射側ガラス基板97を薄くする必要がない。入射側ガラス基板97を厚くすることができるので、液晶層98の厚さの均一性を確保することができ、液晶パネル94に高画質の画像を表示することができる。そのため、(図4)に示すような構成とすることにより、高画質で、しかも明るい投写画像を得ることができる。

【0054】本発明の投写型表示装置の第2の実施例の構成を(図7)に示す。141は光源、147、148はダイクロイックミラー、149は平面ミラー、150、151、152はフィールドレンズ、153、154、155はライトバルブ装置、171、172、173は補助レンズ、174、175はダイクロイックミラー、176は平面ミラー、177は主投写レンズである。

【0055】光源141は、ランプ142、四面鏡143とフィルタ144で構成されている。ランプ142はメタルハライドランプであり、3原色の色成分を含む光を放射する。四面鏡143はガラス製で、反射面145の形状は放物面であり、反射面145に赤外光を透過させ可視光を反射する多層膜を蒸着したものである。フィルタ144は、ガラス基板の上に可視光を透過させ赤外光と紫外光を反射する多層膜を蒸着したものである。四面鏡143の光軸146は水平方向に向き、ランプ142は管軸を光軸146と一致させて配置される。ランプ142の放射光は、四面鏡143で反射して赤外光が除去された平行に近い光に変換され、フィルタ144を透過して赤外光と紫外光を除去されて可視光が射出する。光源141の出射光は、2枚のダイクロイックミラー147、148と平面ミラー149とで構成される色分解光学系により赤、緑、青の原色光に分解される。各原色光は、いずれもフィールドレンズ150、151、152を透過してライトバルブ装置153、154、155に入射する。

【0056】ライトバルブ装置153、154、155は、いずれも(図4)に示したものと同一であり、光源側から順にそれぞれ入射側偏光板156、157、158、レンズアレイ板159、160、161、ミラー板162、163、164、液晶パネル165、166、167、出射側偏光板168、169、170を組み合わせたものである。ライトバルブ装置153、154、155には、それぞれ映像信号に応じて透過率の変化として光学像が形成される。ライトバルブ装置153、154、155の出射光は、それぞれ補助レンズ171、172、173を透過した後、ダイクロイックミラー174、175と平面ミラー176を組み合わせた色合成光学系により1つの光に合成され、合成された光は主投

写レンズ177に入射する。

【0057】主投写レンズ177は、補助レンズ171、172、173と組み合わせることにより投写レンズとして機能する。補助レンズ171、172、173は、主投写レンズ177の主光線が液晶層を垂直に通過するように、つまりテレセントリック性を良くするために用いる。こうして、3つのライトバルブ装置153、154、155に形成される光学像は、主投写レンズ177により離れた位置にあるスクリーン(図示せず)上に拡大投写される。

【0058】(図7)に示した投写型表示装置を試作し実験を行うと、第1の実施例と同様に、レンズアレイ板およびミラー板を用いない場合に比べて明るい投写画像を得ることができた。

【0059】本発明のライトバルブ装置の第2の実施例の構成を(図8)に示す。191は入射側偏光板、192はレンズアレイ板、193は液晶パネル、194は出射側偏光板である。

【0060】ライトバルブ装置は、入射側から順に、入射側偏光板191、レンズアレイ板192、液晶パネル193、出射側偏光板194で構成されている。

【0061】液晶パネル194は、(図4)に示したものと同様のTN液晶を用いたTFT液晶パネルであり、画素配列は(図9)に示すようなデルタ配列である。出射側ガラス基板195の液晶層196側には、画素電極197とTFT198が設けられている。入射側ガラス基板199の液晶層196側には、TFT198を遮光するための遮光膜200が設けられ、その上にモザイク状のカラーフィルタ201が設けられ、さらにその上に共通電極が設けられている。画素数は水平240×垂直300、画素ピッチは水平128μm×垂直77μmである。画素の寸法は水平64μm×垂直40μmで開口率は25%である。入射側ガラス基板は厚さが1.1mm、屈折率が1.52である。遮光膜200はアルミニウム薄膜で形成されており、反射率は90%である。

【0062】レンズアレイ板192はガラス基板202の入射側面に薄い透明樹脂を重ね、その表面に複数の正レンズ素子をマトリックス状に形成し、出射側に反射膜204を形成したものである。

【0063】レンズアレイ203は、表面を研磨したガラス基板202の入射側表面に紫外線硬化樹脂を塗布し、その上に所定のレンズアレイの表面形状を有する型を重ね、ガラス基板202を通して紫外線硬化樹脂に紫外線を照射することにより作成している。正レンズ素子205は、(図9)に示すように、有効領域が六角形であり、液晶パネル193と同一のピッチでデルタ配列されている。各正レンズ素子205は隣接する正レンズ素子との間に幅5μmの非レンズ部206を有する。レンズアレイ203の焦点距離は340μmである。

【0064】反射膜204はガラス基板202の出射側面にアルミニウム薄膜を蒸着し開口部207を形成したものである。各開口部207は(図9)に示すように長方形の形状をしており、液晶パネル193と同一のピッチでデルタ配置されている。各開口部207の寸法は水平61μm×垂直48μmである。

【0065】ガラス基板202は、厚さが0.5mm、屈折率が1.52である。液晶パネル193の入射側ガラス基板199とレンズアレイ板192とは接着剤で密着して固定されている。このとき、レンズアレイ203の正レンズ素子205の光軸208は反射膜204の開口部207の中心209を通り、さらに液晶パネル193の対応する画素210の中心211を通るように配置されている。

【0066】この場合も、前出の実施例と同様に、レンズアレイ203、反射膜204により実効開口率を向上させることができる。そのため、光線の利用効率が向上し、明るい投写画像が得られる。

【0067】(図6)に示した構成の投写型表示装置のライトバルブ装置を(図8)に示したライトバルブ装置と置き換えると、フルカラーの投写画像を得ることができる。実験では、投写画像の中心付近の明るさが、レンズアレイ板がない場合に比べて約1.2倍となった。

【0068】本発明のライトバルブ装置の第3の実施例の構成を(図10)に示す。221は入射側偏光板、222はレンズアレイ板、223は液晶パネル、224は出射側偏光板である。

【0069】ライトバルブ装置は、入射側から順に、入射側偏光板221、レンズアレイ板222、液晶パネル223、出射側偏光板224で構成されている。

【0070】液晶パネル223は、(図4)に示したものと同様のTN液晶を用いたTFT液晶パネルであり、画素ピッチも同一である。画素配列は(図11)に示すような正方配列である。

【0071】レンズアレイ板222はガラス基板226の入射側面にレンズアレイ227を形成し、出射側面に反射膜228を形成したものである。ガラス基板226は、厚さが0.7mm、屈折率が1.52である。

【0072】レンズアレイ227の各正レンズ素子229は、(図12)に示すように、有効領域が長方形であり、配列ピッチは液晶パネル223と画素ピッチとは異なり、水平180μm×垂直122μmで正方配列されている。各正レンズ素子229は隣接する正レンズ素子との間に幅5μmの非レンズ部230を有する。レンズアレイ227の焦点距離は460μmである。

【0073】反射膜228はガラス基板226の出射側面にアルミニウム薄膜を蒸着し開口部231を形成したものである。各開口部231は(図9)に示すように長方形の形状をしており、レンズアレイ227の正レンズ素子229と同一のピッチで正方配列されている。各開

15

口部231の寸法は水平81μm×垂直61μmである。

【0074】液晶パネル223の入射側ガラス基板232とレンズアレイ板222とは間に薄い空気層を挟み接着剤で周辺部を固着している。このとき、レンズアレイ227の正レンズ素子229の光軸233は反射膜228の開口部231の中心234を通りるように配置しているが、必ずしも液晶パネル223の画素235の中心236を通るわけではない。

【0075】この場合も、第1の実施例と同様の効果を得ることができた。反射膜228の開口部231の周期構造と液晶パネル223の画素228の周期構造との干渉により投写画像にモアレを生じる場合があったが、レンズアレイ板222と液晶パネル223の入射側ガラス基板232の間隔を若干大きくすることによりモアレを目立にくくすることができた。

【0076】レンズアレイ227の正レンズ素子229および反射膜228の開口部231は液晶パネル223の画素ピッチよりも大きいピッチで配列されており、液晶パネル223の画素数よりもレンズアレイ227の正レンズ素子の個数および反射膜228の開口部の個数は少ない。従って、液晶パネル223の画素数が増加してもレンズアレイ227の正レンズ素子および反射膜228の開口部の個数を増加させる必要がないので、製作コストが低減されると同時に、製作も比較的容易になる。

【0077】本発明のライトバルブ装置の第4の実施例の構成を(図12)に示す。251は入射側偏光板、252はレンズアレイ板、253は液晶パネル、254は出射側偏光板である。

【0078】ライトバルブ装置は、入射側から順に、入射側偏光板251、レンズアレイ板252、液晶パネル253、出射側偏光板254で構成されている。

【0079】液晶パネル254は、(図4)に示したものと同様のTN液晶を用いたTFT液晶パネルで、画素ピッチも同一である。画素配列は(図13)に示すような正方配列である。

【0080】レンズアレイ板252はガラス基板255の入射側面にレンズアレイ256を形成したもので、出射側に反射膜257を形成したものである。

【0081】レンズアレイ256は、ガラス基板255の入射側面に、薄い透明樹脂を重ね、その表面に凸レンズ面258を形成したものである。正レンズ素子258は、(図13)に示すように、有効領域が正六角形であり、液晶パネル274の画素ピッチとは異なる水平354μm×垂直306μmのピッチでデルタ配列されている。各正レンズ素子258は隣接する正レンズ素子との間に幅5μmの非レンズ部259を有する。レンズアレイ256の焦点距離は460μmである。

【0082】反射膜257はガラス基板255の出射側面にアルミニウム薄膜を蒸着し開口部260を形成した

16

ものである。各開口部260は(図13)に示すように長方形の形状をしており、レンズアレイ256の正レンズ素子258と同一のピッチでデルタ配置されている。各開口部260の寸法は水平43μm×垂直50μmである。

【0083】レンズアレイ256の正レンズ素子258の光軸262は、反射膜257の開口部260の光軸中心264を通過するように配置されている。ガラス基板255は、厚さが0.7mm、屈折率が1.52である。

【0084】液晶パネル253の入射側ガラス基板266とレンズアレイ板252とは間に薄い空気層を挟んで周辺部を接着剤で固着している。このとき、レンズアレイ256の正レンズ素子258の光軸262は反射膜257の開口部260の中心264を通りるように配置しているが、液晶パネル273の画素266の中心266は必ずしも通過しない。

【0085】この場合も、第1の実施例と同様の効果を得ることができた。第3の実施例と同様にレンズアレイ256の正レンズ素子の個数および反射膜257の開口部の個数を低減できると同時に、液晶パネル253の画素配列に関係なく同一のレンズアレイ板252を用いることができ、製造コストの大幅な低減を図ることができる。

【0086】次に、本発明のライトバルブ装置をビューファインダ装置に応用した実施例について説明する。

(図14)はその構成を示したものであり、271はライトバルブ装置、277は光源、280は接眼レンズである。

【0087】ライトバルブ装置271は、各部の寸法は異なるが、(図13)に示したものと同一の構成であり、入射側から順に、入射側偏光板272、レンズアレイ板273、液晶パネル274、出射側偏光板275で構成されている。液晶パネル274は、(図13)に示した液晶パネルと同様の構成のTN液晶を用いたTFT液晶パネルで、モザイク状のカラーフィルタを内蔵している。表示寸法は0.7インチであり、フルカラーの画像を表示する。画素数は水平372×垂直238、画素ピッチは水平38μm×垂直44μm、画素の寸法は水平18μm×垂直24μmで開口率は25%である。液晶パネルのガラス基板の厚さはいずれも1.1mm、屈折率は1.52である。レンズアレイ板273は、ガラス基板の厚さが0.5mm、屈折率が1.52である。レンズアレイの焦点距離は200μmである。

【0088】光源277は、ランプ278と集光レンズ279により構成されている。ランプ278は、直径が7mm、長さが20mmの直流点灯の蛍光管である。ランプ278から広がって出射する光は、集光レンズ279により指向性の狭い光に変換され、ライトバルブ装置271に入射し、その出射光は接眼レンズ280に入射

する。観察者が接眼レンズ280を覗くと、ライトバルブ装置271上の画像の拡大された虚像を観察することができる。

【0089】以上の構成要素は、すべて1つの筐体281に収納されている。ランプ278として、LED、ハロゲンランプ、陰極線管など発光体が小さく高輝度の光源を用いるとよい。

【0090】(図14)に示したビューファインダ装置は、レンズアレイを用いることによりライトバルブ装置の実効開口率が高くなるので、光利用効率が高くなる。そのため、ランプの電力を小さくすることができ、レンズアレイを用いない場合に比べて1回の電池充電における連続使用時間が長くなる。

【0091】以下に、本発明のライトバルブ装置の他の実施例について説明する。本発明のライトバルブ装置で重要な役割を果たすレンズアレイと反射膜は、それらを支持するものが必要となる。前記の実施例の他に、液晶パネルの入射側ガラス基板の入射側面に反射膜を形成し、反射膜の入射側に第1のガラス基板を配置し、第1のガラス基板の入射側にレンズアレイを形成する構成も可能である。

【0092】(図4)、(図8)にはレンズアレイの各正レンズ素子の光軸と反射膜の各開口部とライトバルブの各開口部の光軸を一致させる構成を示したが、それ以外の構成も可能である。レンズアレイの各正レンズ素子の光軸は反射膜の各開口部の光軸と一致していればよい。

【0093】また、以上の実施例では、レンズアレイの正レンズ素子の光軸が反射膜の各開口部の中心を通過する場合について説明したが、次のような構成も可能である。レンズアレイの正レンズ素子のピッチを液晶パネルの画素ピッチに比べてわずかに大きくしてもよい。光路図の簡単な作図により、反射膜のピッチと配置を最適に選べば、レンズアレイの各正レンズ素子の焦点に形成される微小光源の実像が反射膜の各開口部上に形成され、損失を小さくしてライトバルブの開口部に光線が入射することができる。このようにすると、液晶パネルの周辺部の画素を通過する主光線を内側に向けることができる。図6に示した構成に用いられている補助レンズ129を省略することもできる。

【0094】TN液晶を用いた液晶パネルはコントラストの良好な方向が液晶層の法線からわずかに傾斜した方向となるので、高コントラストの投写画像を得るために、液晶パネルに対して斜めに光を入射させるとよい。この場合、レンズアレイの正レンズ素子群に対して反射膜の各開口部群をわずかに平行移動し、レンズアレイの各焦点に形成される微小光源の実像が反射膜の各開口上に形成されるようになるとよい。

【0095】いずれの場合も、レンズアレイの各正レンズ素子の焦点に形成される微小光源の実像からの光線を

液晶パネルの各画素に効率よく入射させることができると。

【0096】また、レンズアレイ板の作成方法として、上記実施例で説明した方法の他に、ガラス基板の表面に選択拡散により屈折率分布型レンズを形成する方法、ガラス基板の上に透明な熱可塑性樹脂を重ね加熱成形によりレンズを形成する方法などがある。

【0097】また、反射膜および遮光膜はいずれもアルミニウムで形成されている例を示したが、銀、クロムといった反射率の高い金属により反射面を形成してもよい。

【0098】以上の実施例ではライトバルブがTN液晶を用いるTFT液晶パネルの場合について説明したが、他の方式の液晶パネルや電気光学結晶を用いるものなど、光学的特性の変化として光学像を形成するものであればライトバルブとして用いることができる。

【0099】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ライトバルブに制約を加えることなく実効開口率の大きなライトバルブ装置を実現することができ、また、このライトバルブ装置を用いることにより、投写画像の明るい投写型表示装置および低消費電力で表示画像の明るいビューファインダ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のライトバルブ装置の作用を説明するモデルの概略線図

【図2】本発明のライトバルブ装置の作用を説明する概略線図

【図3】本発明のライトバルブ装置の作用を説明する概略線図

【図4】本発明のライトバルブ装置の第1の実施例における要部拡大側断面図

【図5】本発明のライトバルブ装置の第1の実施例における概略線図

【図6】本発明の投写型表示装置の第1の実施例における概略構成図

【図7】本発明の投写型表示装置の第2の実施例における概略構成図

【図8】本発明のライトバルブ装置の第2の実施例における概略構成図

【図9】本発明のライトバルブ装置の第2の実施例における概略線図

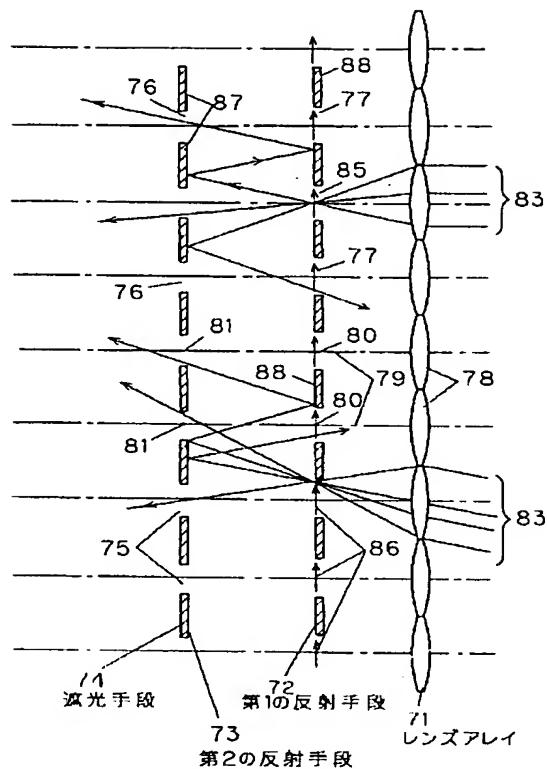
【図10】本発明のライトバルブ装置の第3の実施例における概略構成図

【図11】本発明のライトバルブ装置の第3の実施例における概略線図

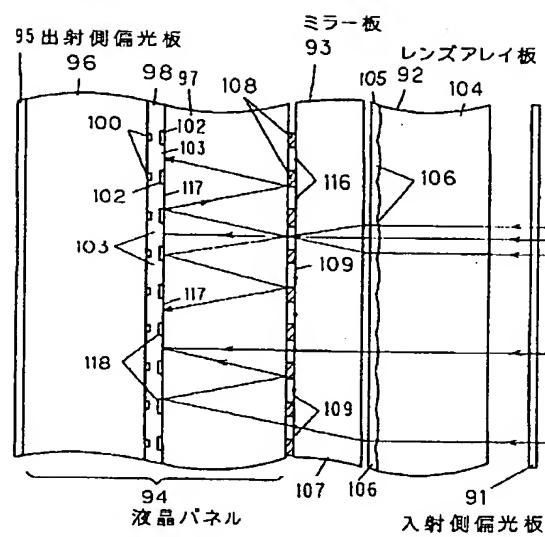
【図12】本発明のライトバルブ装置の第4の実施例における概略構成図

【図13】本発明のライトバルブ装置の第4の実施例における概略線図

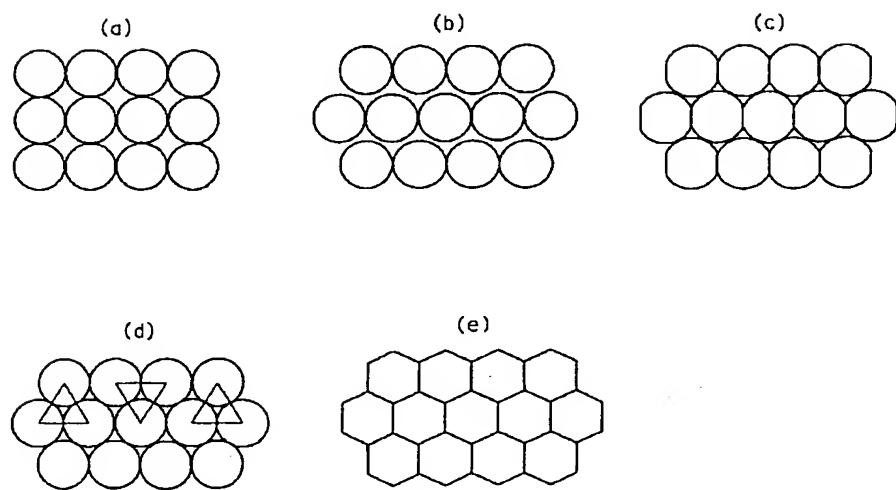
【図2】



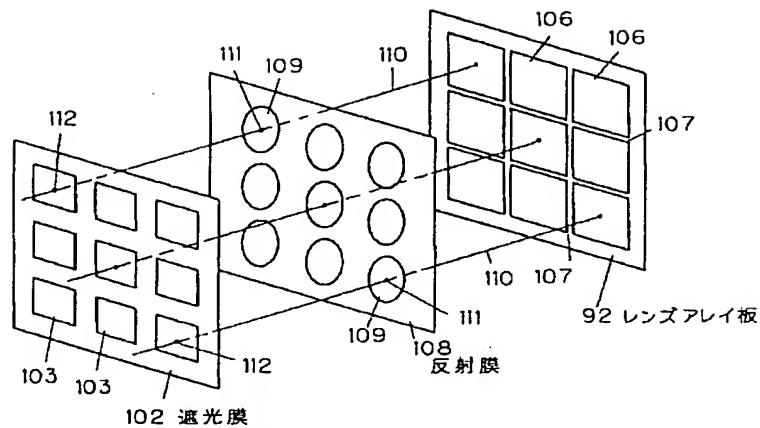
【図4】



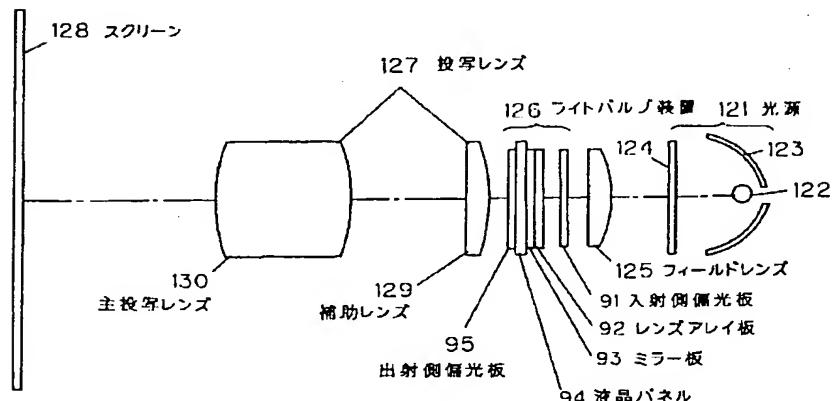
【図3】



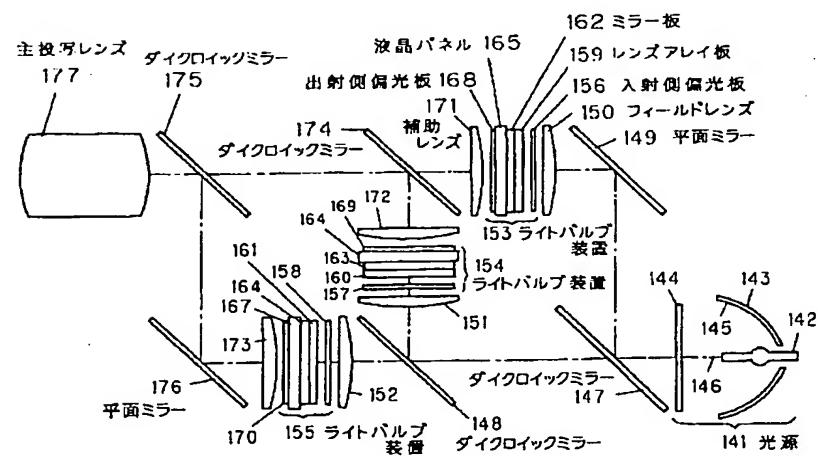
【図5】



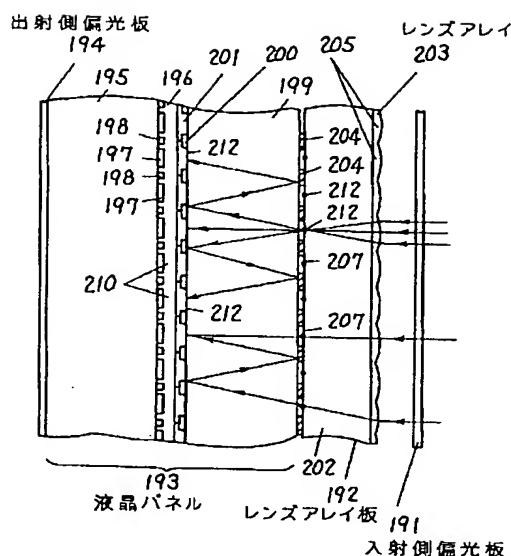
【図6】



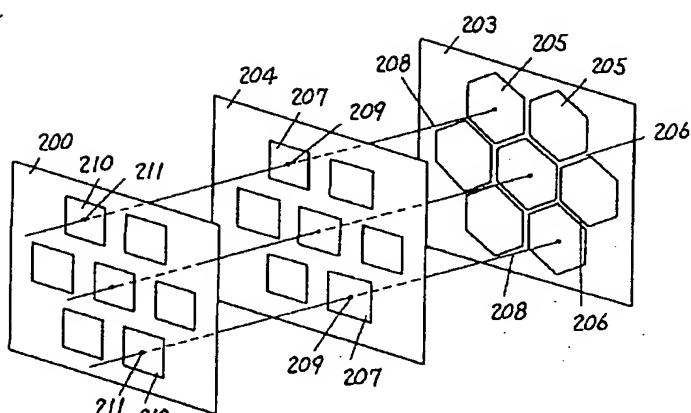
【図7】



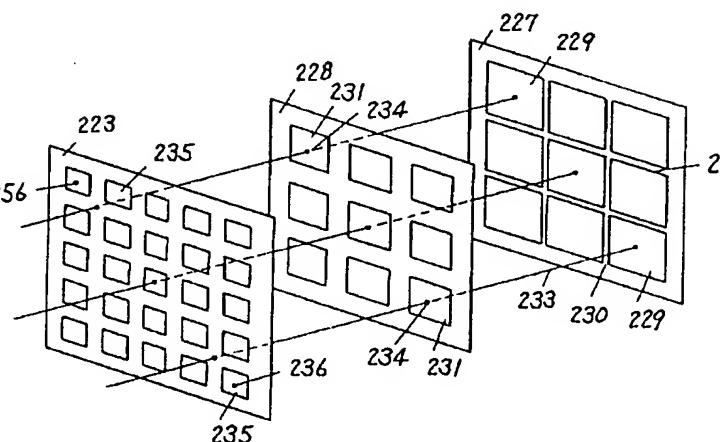
【図8】



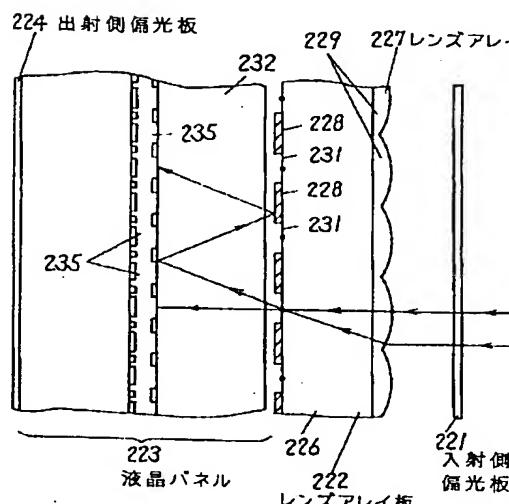
【図9】



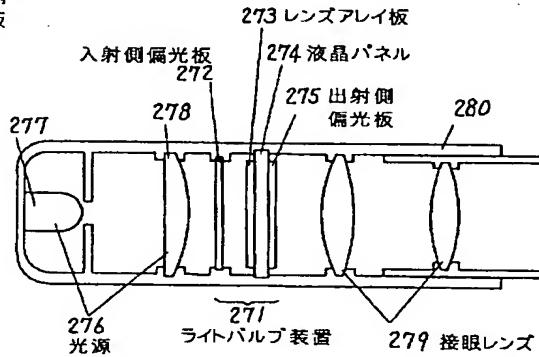
【図11】



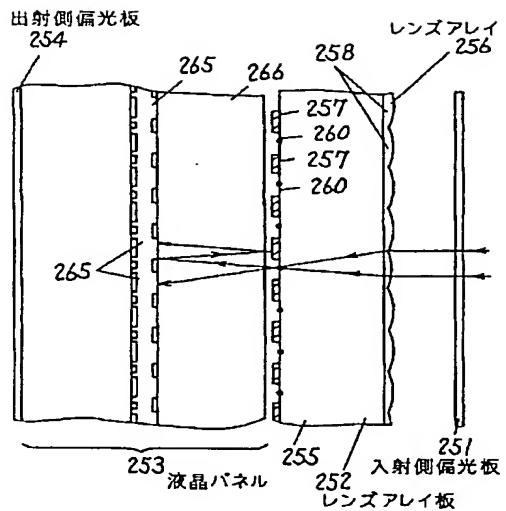
【図10】



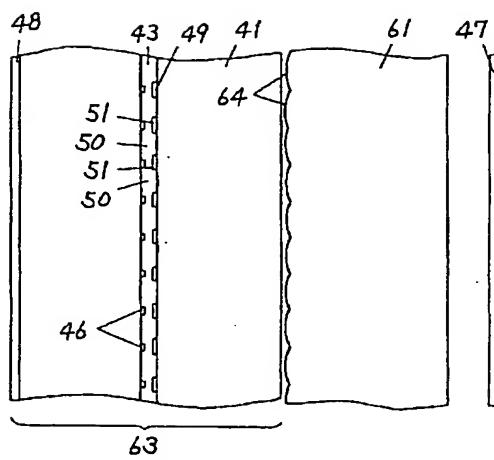
【図14】



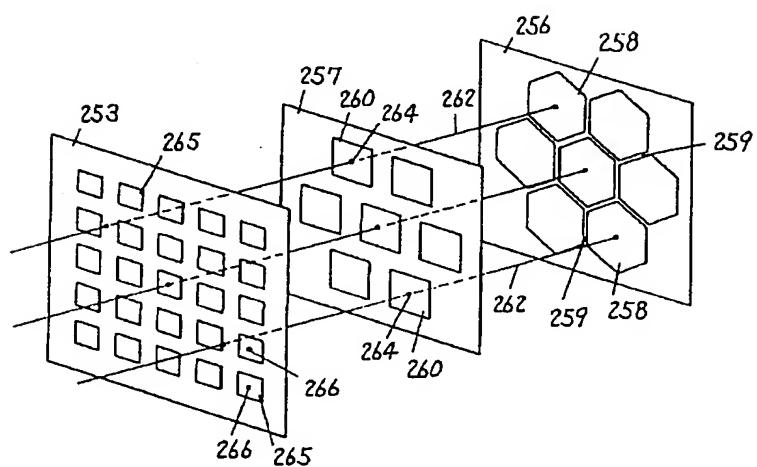
【図12】



【図17】



【図13】



【図15】

